

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-087096

(43)Date of publication of application : 20.03.2003

(51)Int.Cl.

H03H 9/64  
H03H 9/145  
H03H 9/25

(21)Application number : 2001-281091

(71)Applicant : TOYO COMMUN EQUIP CO LTD

(22)Date of filing : 17.09.2001

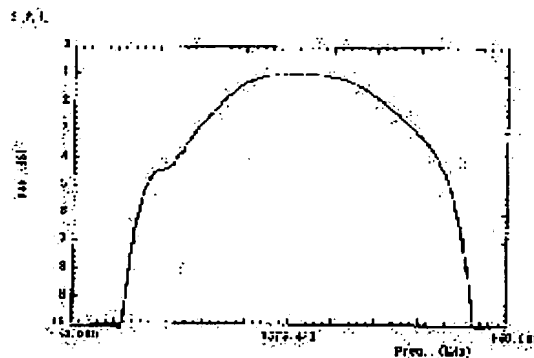
(72)Inventor : OWAKI TAKUYA

## (54) LADDER-TYPE SURFACE ACCOUSTIC WAVE FILTER

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a ladder-type SAW filter, which has superior filter characteristic which oppresses a ripple within a passing band and is small in an insertion loss and an in-band deviation, in the ladder-type SAW filter.

**SOLUTION:** A ladder-type surface accoustic wave filter employs a surface accoustic wave resonator. In the surface accoustic wave resonator, an interdigital transducer of an electrode cycle  $\lambda$  and grating reflectors on both sides of the interdigital transducer are disposed along the propagation direction of a surface accoustic wave on a main surface of a piezoelectric substrate. With the arrangement of the ladder-type surface accoustic wave filter, ratio  $L_t/L_r$  of a pitch  $L_t$  of the interdigital transducer to a pitch  $L_r$  of the grating reflector is set to be smaller than 1, additionally a center-to-center distance  $L_{tr}$  between neighboring electrode fingers of the interdigital transducer and the grating reflector is set to be smaller than  $0.5 \lambda$ , and further,  $L_t$ s of the surface accoustic wave resonator of at least two or more from among a plurality of surface accoustic wave resonators which are disposed in a serial arm are made to differ from each other.



BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2003-87096  
(P2003-87096A)

(43)公開日 平成15年3月20日(2003.3.20)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコ-ト*(参考)
H 0 3 H	9/64	H 0 3 H	Z 5 J 0 9 7
	9/145		Z
	9/25		Z

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願2001-281091(P2001-281091)

(22)出願日 平成13年9月17日(2001.9.17)

(71)出願人 000003104

東洋通信機株式会社

神奈川県川崎市幸区塚越三丁目484番地

(72)発明者 大脇 卓弥

神奈川県高座郡寒川町小谷二丁目1番1号

東洋通信機株式会社内

Fターム(参考) 5J097 AA14 AA15 DD07 DD17 GG03  
KK04

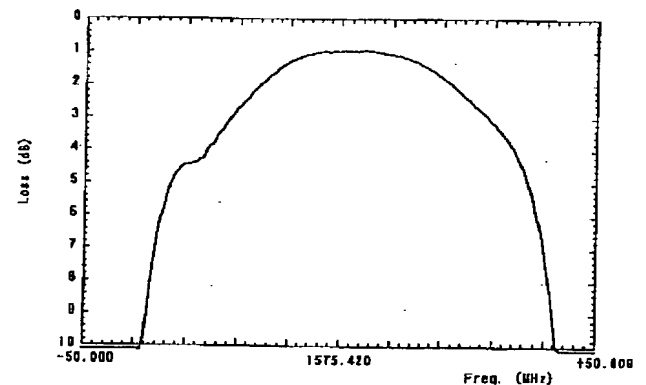
(54)【発明の名称】 ラダー型弾性表面波フィルタ

(57)【要約】

【課題】 ラダー型SAWフィルタにおいて、通過帯域内リップルの抑圧し、挿入損失及び帯域内偏差の小さい良好なフィルタ特性を有するラダー型SAWフィルタを提供することを目的とする。

【解決手段】 圧電基板の主表面上に弾性表面波の伝搬方向に沿って電極周期 $\lambda$ のインターデジタルトランスデューサと該インターデジタルトランスデューサの両側にグレーティング反射器を配置した弾性表面波共振子を用いたラダー型弾性表面波フィルタにおいて、前記グレーティング反射器のピッチ $L_r$ に対する前記インターデジタルトランスデューサのピッチ $L_t$ の比 $L_t/L_r$ を1より小さくすると共に、インターデジタルトランスデューサとグレーティング反射器との相隣接する電極指同士の間隔 $L_{tr}$ を $0.5\lambda$ より小さくし、更に、直列腕に複数配置した弾性表面波共振子のうち少なくとも2つ以上の弾性表面波共振子の $L_t$ を互いに異にしてラダー型弾性表面波フィルタを構成する。

S[2,1]



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 圧電基板の主表面上に弾性表面波の伝搬方向に沿って電極周期 $\lambda$ のインターデジタルトランスデューサと該インターデジタルトランスデューサの両側にグレーティング反射器を配置した弾性表面波共振子を用いたラダー型弾性表面波フィルタにおいて、前記グレーティング反射器のピッチ $L_r$ に対する前記インターデジタルトランスデューサのピッチ $L_t$ の比 $L_t/L_r$ を 1 より小さくすると共に、インターデジタルトランスデューサとグレーティング反射器との相隣接する電極指同士

10

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ラダー型弾性表面波フィルタに関し、特に直列腕に用いる弾性表面波共振子の共振周波数近傍に現出するスプリアスを抑圧することによって帯域内偏差を低減したラダー型弾性表面波フ

20

## 【0002】

【従来の技術】近年、弾性表面波（Surface Acoustic Wave：以下、SAW）デバイスは、高性能、小型、量産性等の優れた特徴を有していることから例えば携帯電話機等に多く用いられている。図 5 は SAW 共振子の一例を示す図であって、圧電基板 1 の主表面上に SAW の伝搬方向に沿ってすだれ状のくし形電極（Interdigital Transducer：以下、IDT）2 を配置すると共に、SAW エネルギーを該 IDT 2 上に閉じ込めるために前記 IDT 2 の両側であって SAW の伝搬方向となる位置にグレーティング反射器（Reflector：以下、反射器）3 を配置して構成する。そして、IDT 電極 2 は互いに間挿し合う複数の電極指を有する一対のくし形電極から形成され、夫々のくし形電極から延出した一対の入力リード端子（IN）と出力リード端子（OUT）を備えた一端子対 SAW 共振子を構成している。

30

【0003】最近、SAW デバイスが GPS（Global Positioning System）受信機に用いられるケースが多くなってきている。これは、SAW デバイスが上記特徴に加えて高周波化に適していることや低挿入損失であるこ

40

\* と等の利点を有しているからである。GPS システムは、地上の GPS 受信機が GPS 衛星から送信された電波を受信してスペクトラム拡散変調（SS 信号）された信号を同期させ、そこから時刻データを抽出し基準となる時間と比較すると同時に、複数の GPS 衛星からの電波も受信して夫々の相対時間差を導出し、これらの時間差を距離に換算して受信機の位置を高精度に算出するシステムである。

【0004】GPS 衛星から送信される搬送波は 1575.42MHz、信号の変調にはスペクトラム拡散変調方式が用いられているため、その通過帯域幅は $\pm 1.023$ MHz である。ところが、通過帯域幅 $\pm 1.023$ MHz を保証するには、温度変化による帯域幅の変化、製造時における夫々の SAW 共振子の共振周波数のバラツキ等を考慮すると、 $\pm 10$ MHz 程度の通過帯域幅が必要となり、しかも帯域内の最大挿入損失は 1.5dB が要求されている。従って、本願出願人は比較的広帯域化に好適なラダー型 SAW フィルタにて GPS 受信機の RF 段フィルタを設計することとした。

【0005】図 6 は、GPS 受信機の RF 段に用いるべく設計したラダー型 SAW フィルタの電気的等価回路図であって、圧電共振子（SAW 共振子も圧電共振子の 1 種である）を表す記号  $X_s$ 、 $X_p$  で表したものであり、 $X_s$  が直列腕の SAW 共振子、 $X_p$  が並列腕の SAW 共振子である。図 7 は、図 6 に示した等価回路図に基づいて実際に圧電基板 1 上に構成した電極パターンであって、SAW 共振子 4、5、6、7 が直列腕共振子  $X_s$ 、SAW 共振子 8、9 が並列腕共振子  $X_p$  である。ここで、図 8 に示す如く SAW 共振子の IDT 電極 2 の電極周期を $\lambda$ 、電極ピッチを $L_t$ （ $L_t = \lambda/2$ ）、交叉幅を $W$ とし、反射器 3 の電極ピッチを $L_r$ 、IDT 電極 2 と反射器 3 との相隣接する電極指同士の間隔を $L_{tr}$ とする。

【0006】図 9 は、圧電基板に  $42^\circ$  Y カット X 伝搬  $LiTaO_3$  を用い、図 6 及び 7 に示したラダー型 SAW フィルタを構成する SAW 共振子  $X_s$ 、 $X_p$  の IDT 電極膜厚を 2300Å、諸定数（IDT 電極対数： $N$ 、反射器本数： $M$ 、IDT 電極周期： $\lambda$ 、交叉幅： $W$ 、 $L_t/L_r$ 、 $L_{tr}$ ）を下記の表 1 の通り設定した従来の通過帯域特性を示している

【表 1】

	N 対	M 本	$\lambda$ $\mu m$	W $\mu m$	$L_t/L_r$	$L_{tr}$
$X_s$	80	90	2.46360	51	1.0	0.5 $\lambda$
$X_p$	106	54	2.55882	83	1.0	0.5 $\lambda$

【0007】図 9 に示す如くラダー型 SAW フィルタ通過帯域特性において、中心周波数の近傍にリップル  $R_1$  が生じ、挿入損失及び帯域内偏差が劣化している。この原因について解析調査するため SAW 共振子を試作しリターンロス特性及びインピーダンス特性を測定した。図

50

10 に示す如くリターンロス特性及びインピーダンス特性において、共振周波数の低域側直近  $S_{p1}$  にスプリアスが現出していることが分かった。即ち、直列腕 SAW 共振子の共振周波数付近で通過帯域を形成するラダー型 SAW フィルタでは、通過帯域内に上記の如きスプリア

スによってリップル $R_1$ が生じ、挿入損失及び帯域内偏差が劣化する原因となることが、本願出願人のこれまでの試作、実験及び解析結果から判明した。

【0008】そこで、上記スプリアス $S_{p1}$ を抑圧することによって、前記ラダー型SAWフィルタの通過帯域内に生じるリップル $R_1$ を抑圧することを試みた。前記スプリアス $S_{p1}$ を抑圧する解決手段を見出すために、

SAW共振子の諸定数を設定してフィルタ理論に基づくシミュレーションにより得られるフィルタ特性と、実際に試作したSAW共振子のフィルタ特性とからSAW共振子の共振周波数近傍の低周波側に現出するスプリアスの挙動を分析することとした。尚、 $L_t/L_r$ を1より小さく設定するとIDT電極が呈する放射コンダクタンス最大の周波数 $f_t$ が反射器の呈するストップバンドの中心周波数 $f_r$ より低域側に生じるため、反射器のピッチ $L_r$ を $L_t$ より大きくすることにより、ストップバンドの中心周波数 $f_r$ を $f_t$ へ近づけることができSAWデバイスのQ値を改善することが可能となるのは周知の通りである。

\* 【表2】

	N 対	M 本	$\lambda$ $\mu m$	W $\mu m$	$L_t/L_r$	$L_{tr}$
Xs	80	90	2.46360	51	0.98	0.45 $\lambda$
Xp	106	54	2.55892	83	1.00	0.50 $\lambda$

#### 【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図12の通過帯域特性において中心周波数の近傍にまだ若干のリップル $R_2$ が観察され、市場の要求仕様、例えばリップル：0.2dB以下という仕様を満足することができないという問題があった。このリップルが現出する原因は、ラダー型SAWフィルタを構成するSAW共振子、特に直列腕に配置したSAW共振子の共振周波数の低域側直近に生じるスプリアスであることは前述の通りである。

【0012】図11の前述の改善後のSAW共振子リターンロス特性を見る限り、共振周波数の低域側直近にスプリアス $S_{p2}$ がまだ若干観察される。ラダー型SAWフィルタを構成する直列腕のSAW共振子の $L_t/L_r$ を0.98（1より小さい）、且つ $L_{tr}$ を0.45 $\lambda$ （0.50 $\lambda$ より小さい）とすることにより、通過帯域内に生じるリップルを低減したわけであるが、更にリップルを改善するためには、前述のパラメータ2条件の最適化、或は前記パラメータ2条件に加えて更なる解決手段を見出す必要があった。

【0013】更に、ラダー型SAWフィルタの量産を考慮すれば、製造ロットによって前記リップルの大きさもバラツキが生じる可能性があるという問題も考えられた。

【0014】本発明は上記の如き問題を解決するためになされたものであって、ラダー型SAWフィルタの通過帯域内リップルの低減を極限し、挿入損失及び帯域内偏

\* 【0009】種々の検討を重ねた結果、同一出願人による特願2001-217616に記載したようにSAW共振子の $L_t/L_r$ を0.98とすると共に $L_{tr}$ を0.45 $\lambda$ としたところ、図11に示す如くリターンロス特性及びインピーダンス特性において、その共振周波数の低域側直近のスプリアスは大幅に改善された。尚、図11の曲線において、実線が改善後のSAW共振子、破線が従来のSAW共振子の特性データである。

【0010】この実験結果に基づいて、ラダー型SAWフィルタを構成するSAW共振子 $X_s$ 、 $X_p$ のIDT電極膜厚を2300Å、諸定数（IDT電極対数：N，反射器本数：M，IDT電極周期： $\lambda$ ，交叉幅：W， $L_t/L_r$ ， $L_{tr}$ ）を下記の表2の通り設定し試作を行ったところ、図12に示す如くリップルが低減し挿入損失と帯域内偏差が改善された通過帯域特性が得られた。尚、図12の曲線において、実線が改善後のラダー型SAWフィルタ、破線が従来のラダー型SAWフィルタの通過帯域特性である。

差の小さい良好なフィルタ特性を有するラダー型SAWフィルタを提供することを目的とする。

#### 【0015】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために本発明に係るラダー型SAWフィルタの請求項1記載の発明は、圧電基板の主表面上にSAWの伝搬方向に沿って電極周期 $\lambda$ のIDTと該IDTの両側に反射器を配置したSAW共振子を用いたラダー型SAWフィルタにおいて、前記反射器のピッチ $L_r$ に対する前記IDTのピッチ $L_t$ の比 $L_t/L_r$ を1より小さくすると共に、IDTと反射器との相隣接する電極指同士の間隔距離 $L_{tr}$ を0.5 $\lambda$ より小さくし、更に、直列腕に複数配置したSAW共振子のうち少なくとも2つ以上のSAW共振子の $L_t$ を互いに異にしたことを特徴とするラダー型SAWフィルタである。

#### 【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図面に図示した実施の形態例に基づいて詳細に説明する。図1は、本発明に係るラダー型SAWフィルタの通過帯域特性を示すデータあって、図2に示す如くラダー型SAWフィルタを構成する直列腕のSAW共振子 $X_{s1}$ 乃至 $X_{s4}$ と並列腕のSAW共振子 $X_p$ のIDT電極膜厚を2300Å、諸定数（IDT電極対数：N，反射器本数：M，IDT電極周期： $\lambda$ ，交叉幅：W， $L_t/L_r$ ， $L_{tr}$ ）を下記の表3の通りに設定し、試作したラダー型SAWフィルタの通過帯域特性を測定したデータを示したものである。

#### 【表3】

	N 対	M 本	$\lambda \text{ } \mu\text{m}$	$W \text{ } \mu\text{m}$	$Lt/Lr$	$Ltr$
X s 1	80	90	2.45984	51	0.98	0.45 $\lambda$
X s 2	80	90	2.46236	51	0.98	0.45 $\lambda$
X s 3	80	90	2.46484	51	0.98	0.45 $\lambda$
X s 4	80	90	2.46736	51	0.98	0.45 $\lambda$
X p	106	54	2.55892	83	1.00	0.50 $\lambda$

【0017】ラダー型共振子フィルタは、図3(a)に示す如くその基本区間は並列腕の共振子Xpと直列腕の共振子Xsとから構成され、夫々の腕のリアクタンス曲線は図3(b)のように設定される。つまり、並列腕共振子Xpの反共振周波数と直列腕共振子Xsの共振周波数とをほぼ一致するように設定することによって、その周波数を中心周波数とする図3(b)に示すとき帯域通過フィルタを形成することは周知の通りである。即ち、本発明で論じている問題点となっている直列腕SAW共振子の共振周波数の低域側直近にスプリアスが存在すると、フィルタの中心周波数近傍にリップルが現出することになる。

【0018】従来、当業者間では、直列腕に用いる複数のSAW共振子は、同一のSAW共振子を接続してラダー型SAWフィルタを構成するのが常套手段であった。しかし、GPS受信機のRF段用フィルタを設計するにあたり、その要求仕様を満足するには、従来のラダー型SAWフィルタでの実現は困難に等しく、これまで問題認識のなかったリップルを抑圧することは極めて厳しく、従来の設計思想では要求仕様を満足することができなかった。

【0019】そこで、本願出願人は、種々の試作、実験及び検討を重ねた結果、通過帯域内リップルの原因となる直列腕共振子の共振周波数の低域側直近のスプリアスをこれ以上低減することは厳しいと判断し、全く新しい発想に基づいて前記リップルの抑圧を実現可能とした。即ち、これまで常識的に同一のSAW共振子を複数個直列腕に配置していたが、共振特性がほぼ同一であって、共振周波数の近傍の低域側に現出するスプリアスの周波数位置を相異なるSAW共振子を直列腕に多段接続すると、直列腕に配置した複数のSAW共振子の互いのスプリアスを打ち消し合うことになりラダー型SAWフィルタの通過帯域内リップルを抑圧できることを見出したのである。

【0020】以下、詳細に説明すると、図4に示した通過帯域に生じたリップルの幅をxMHzとすると、直列腕に配置する複数のSAW共振子の共振周波数の低域側直近に現出するスプリアスの周波数位置を相異ならせるために、中心周波数foのSAW共振子のIDT電極周期 $\lambda$ を補正し、補正後のIDT電極周期 $\lambda'$ を次式から導出することができることが本願発明に係る解析結果から確認された。

$$\lambda' = \lambda \times (f_o + kX) / f_o \quad \dots (1)$$

$$X \geq x \quad \dots (2)$$

【0021】図2に示したラダー型SAWフィルタを構成する4個の直列腕SAW共振子において、IDT電極周期 $\lambda'1$ (Xs1)～ $\lambda'4$ (Xs4)を夫々、kを1.0間隔で $k1 = -1.5$ 、 $k2 = -0.5$ 、 $k3 = +0.5$ 、 $k4 = +1.5$ と設定して、各SAW共振子のIDT電極周期を算出する。中心周波数 $f_o = 1575.42\text{MHz}$ 、 $X = 1.6\text{MHz}$ 、基準(従来)電極周期 $\lambda = 2.46360\mu\text{m}$ から各SAW共振子の電極周期 $\lambda'1 \sim \lambda'4$ を以下の通り導出した。

$$\lambda'1 = \lambda \times (f_o - 1.5X) / f_o = 2.45984\mu\text{m}$$

$$\lambda'2 = \lambda \times (f_o - 0.5X) / f_o = 2.46236\mu\text{m}$$

$$\lambda'3 = \lambda \times (f_o + 0.5X) / f_o = 2.46484\mu\text{m}$$

$$\lambda'4 = \lambda \times (f_o + 1.5X) / f_o = 2.46736\mu\text{m}$$

【0022】このようにIDT電極周期を設定した4個の直列腕SAW共振子Xs1～Xs4と、従来の設計による並列腕SAW共振子Xpとを用いてラダー型SAWフィルタを図2に示す如く構成すると、図1に示す通過帯域特性が得られた。通過帯域内リップルはほとんど確認できないほどに抑圧されており、挿入損失及び帯域内偏差の小さい良好なフィルタ特性が得られた、と同時に要求仕様のリップル：0.2dB以下も充分満足していることが確認できた。

【0023】以上のように、本発明の特徴は、ラダー型SAWフィルタを構成するSAW共振子のうち、少なくとも直列腕のSAW共振子について、反射器のピッチLrに対するIDT電極のピッチLtの比、 $Lt/Lr$ を1より小さくすると共に、IDT電極と反射器との相隣接する電極指同士の間距離Ltrを0.5 $\lambda$ より小さくし、更には、複数の直列腕に配置した少なくとも2個以上のSAW共振子のIDTのピッチLtを異ならしめてラダー型SAWフィルタを構成したことである。

【0024】以上、本発明に係るラダー型SAWフィルタを圧電基板に42°YカットX伝搬LiTaO<sub>3</sub>を用いて説明したが、この切断角度に限定する必要はなく、他の切断角度でもよい。また、圧電基板としてLiNbO<sub>3</sub>、ランガサイト(La<sub>3</sub>Ga<sub>5</sub>SiO<sub>14</sub>)、四硼

酸リチウム ( $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ) 等を適用できることは言うまでもない。

【0025】更に、本発明に係るラダー型SAWフィルタをGPS受信機のRF段用を例にして説明したが、これに限定されるものではなくセルラー方式携帯電話機等のRFフィルタに適用できることは言うまでもない。

【0026】

【発明の効果】本発明に係るラダー型SAWフィルタは、以上説明した如く構成したので下記の優れた効果を奏する。請求項1の発明は、共振周波数の低域側近傍に現出するスプリアスの周波数位置が相異なる共振特性がほぼ同一な複数個のSAW共振子を直列腕に多段に接続してラダー型SAWフィルタを構成したので、通過帯域内リップルを抑圧せしめた挿入損失及び帯域内偏差の小さい良好なフィルタ特性が得られるという優れた効果を奏する。

【0027】更に、SAW共振子の共振周波数の低域側近傍に現出するスプリアスの周波数位置が相異なるよう設計してあるので、量産において製造ロットによるラダー型SAWフィルタのフィルタ特性、特にリップルのバラツキをほぼ皆無とすることができるので大量生産に好適であるという優れた効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るラダー型SAWフィルタの通過帯域特性である。

【図2】本発明に係るラダー型SAWフィルタの等価回路\*

\* 路構成である。

【図3】(a)はラダー型基本区間の回路構成を示す図、(b)は夫々のリアクタンス曲線と構成されるフィルタのフィルタ特性を示す図である。

【図4】フィルタの通過帯域特性を示す図である。

【図5】SAW共振子の構成を示す平面図である。

【図6】ラダー型SAWフィルタの等価回路構成を示す図である。

【図7】圧電基板上に形成したラダー型SAWフィルタを示す平面図である。

【図8】SAW共振子の諸定数を説明するための平面図である。

【図9】ラダー型SAWフィルタの通過帯域特性である。

【図10】SAW共振子のインピーダンス特性及びリターンロス特性である。

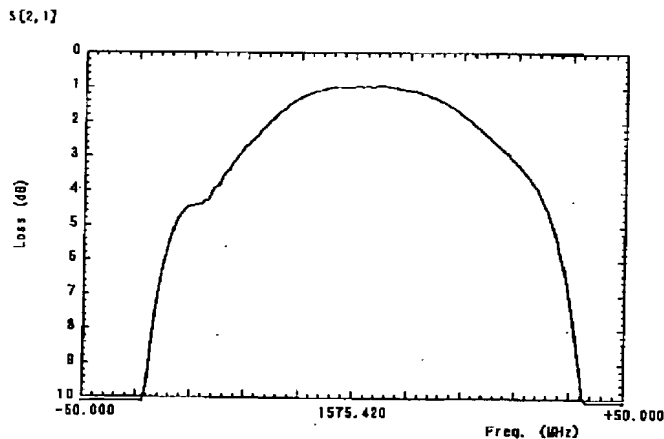
【図11】SAW共振子のインピーダンス特性及びリターンロス特性である。

【図12】ラダー型SAWフィルタの通過帯域特性である。

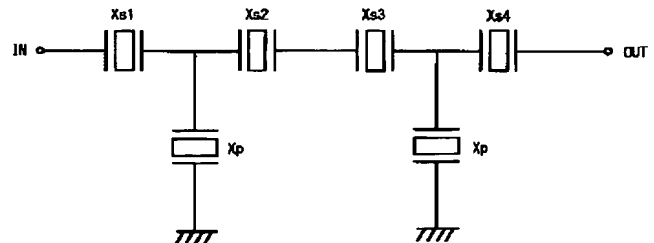
【符号の説明】

- 1 圧電基板
- 2 IDT
- 3 反射器
- 4、5、6、7、8、9 SAW共振子
- 10 フィルタ特性

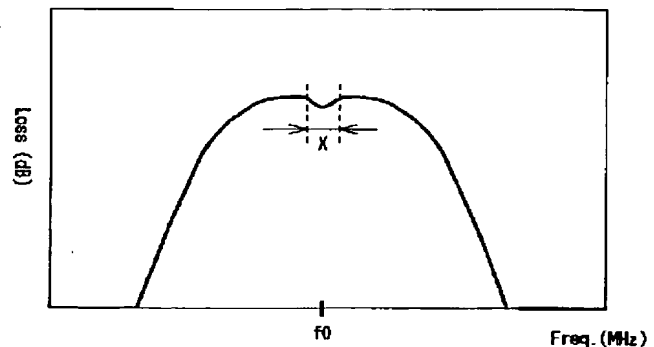
【図1】



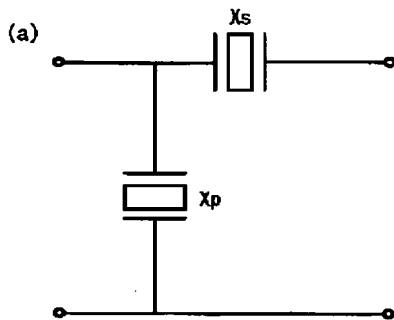
【図2】



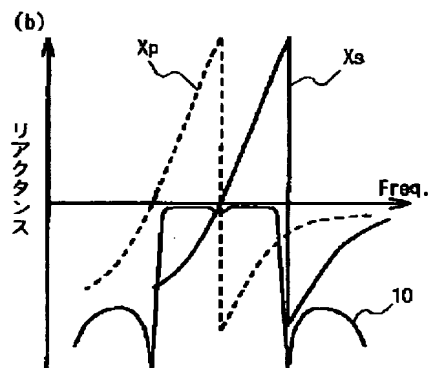
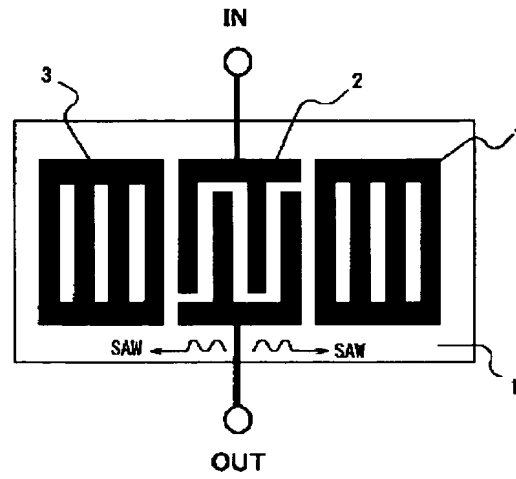
【図4】



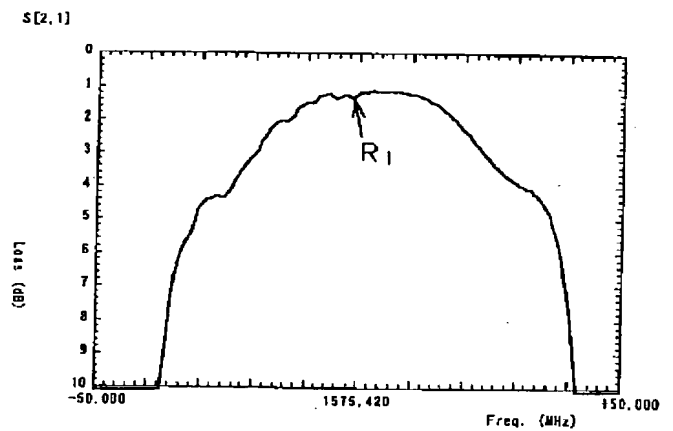
【図3】



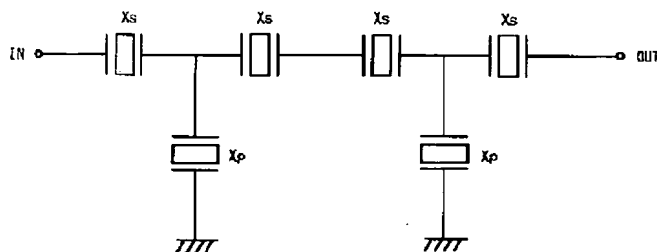
【図5】



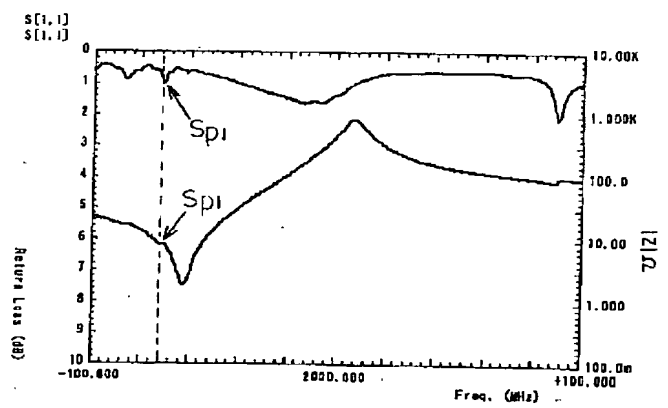
【図9】



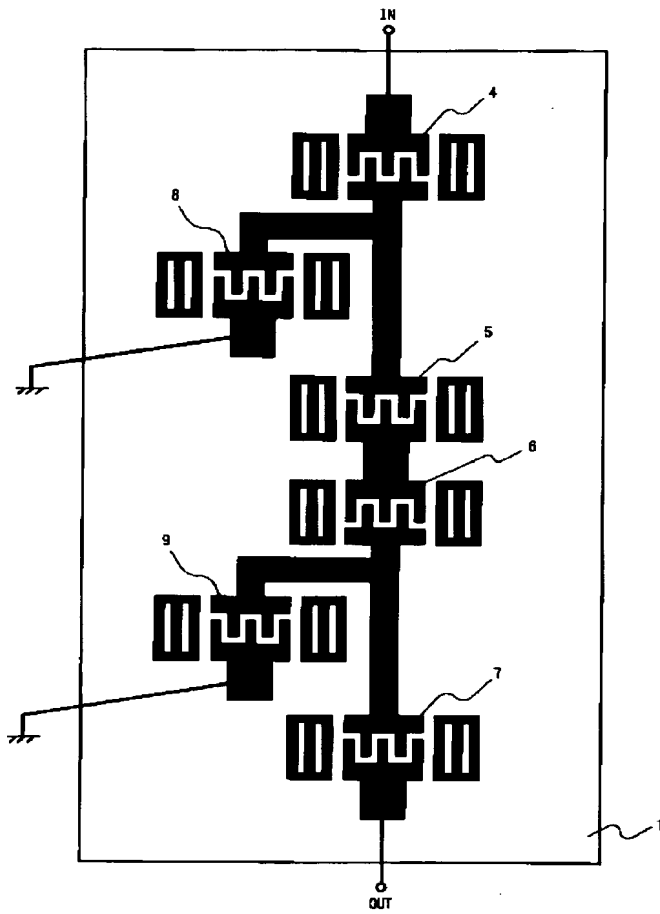
【図6】



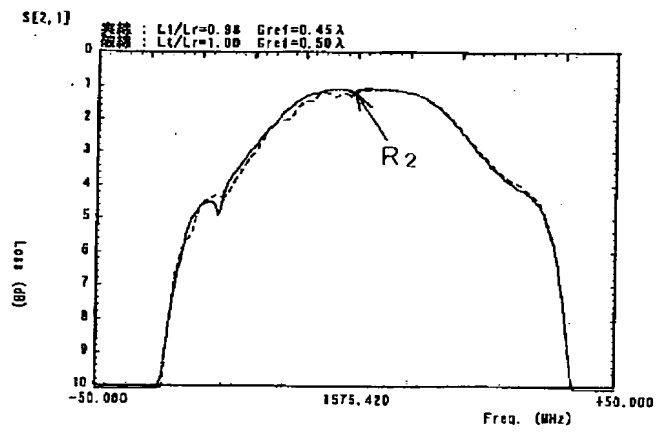
【図10】



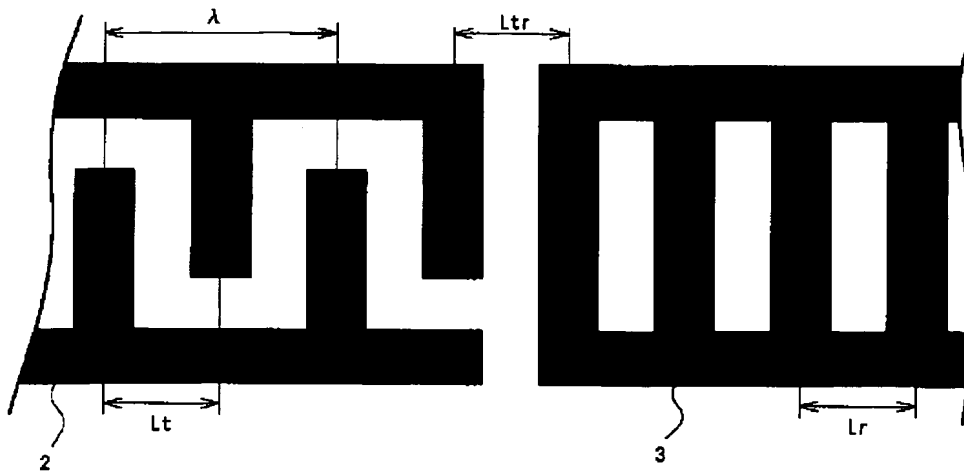
【図7】



【図12】

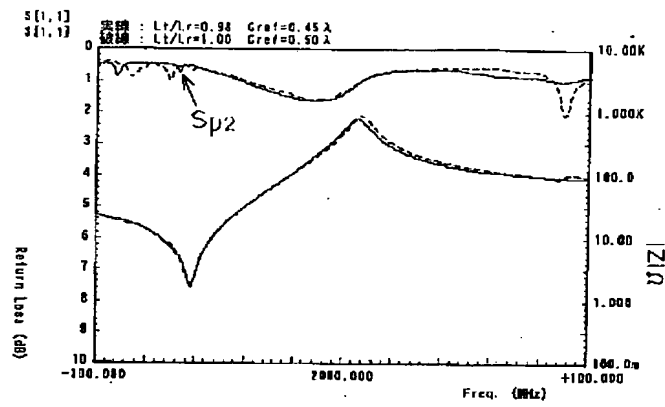


【図8】





【図11】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☒ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**